

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 7 月 31 日現在

機関番号：30110

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700552

研究課題名(和文)脳卒中患者における舌の機能訓練効果の検討～舌の筋力と運動性の定量的評価～

研究課題名(英文)The effects of lingual functional exercise in acute stroke patients - Quantitative evaluation of lingual strength and its motility -

研究代表者

柳田 早織 (YANAGIDA, SAORI)

北海道医療大学・心理科学部・助教

研究者番号：20548581

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円、(間接経費) 480,000円

研究成果の概要(和文)：急性期脳卒中患者における，集中的な機能訓練介入前後での舌の筋力と嚥下機能について検討した．その結果，1) 訓練前に筋力低下を認めた症例においては，集中的訓練後に口蓋へ押しつけた際の最大押しつけ圧の改善を認めた．2) 筋力向上に伴い，舌の運動性および嚥下機能の改善を認めた．3) 訓練前から十分な舌圧を有し，食べやすいように工夫を加えていない通常の食事を口から摂っている例であっても，嚥下時の異常な舌圧パターン(圧発現順序の異常，ピーク・オフセットが同期しない)を示すこと，が明らかになった．

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to examine the effects of intensive lingual exercise on tongue force and feeding in acute stroke patients.

The results showed that 1) the maximum isometric pressure toward the hard palate increased for a patient with muscular weakness after the intensive exercise, 2) increased lingual strength was associated with improved tongue mobility and feeding, 3) abnormal tongue pressure patterns (abnormal order of tongue pressure production, asynchronous peak/offset) for swallowing were observed for most patients with sufficient maximum tongue force and normal diet.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学(リハビリテーション科学・福祉工学)

キーワード：急性期脳卒中例 嚥下障害 構音障害 リハビリテーション 舌圧

## 1. 研究開始当初の背景

脳卒中の後遺症として嚥下障害や言語障害をもつ場合、人間の営みの中核となる話すことや食べることに制約が生じる。発語と嚥下に共通使用される最重要器官のひとつが「舌」である。ヒトは、舌の適切な構えと変形により、円滑な発語・嚥下運動を發動し、明瞭な発話と安全で効率的な嚥下を実現している。脳卒中による発語や嚥下の異常は急性期では半数以上にのぼり、舌の運動性低下が主原因であることが多い。機能訓練により発語・嚥下機能の向上を目指す際に、舌に焦点を当てることで最大の利得が期待できる。

効果的なりハビリテーションを実施する上で、運動の(再)学習・感覚-運動フィードバックが欠かせない。運動の再学習と制御には、皮質での随意運動の指令と運動プログラム化、末梢神経からの筋へのインパルス伝達と筋収縮、基底核や小脳からの入力による筋緊張や運動の調節、筋の伸張反射、運動の成果のフィードバック、体性感覚といった神経回路と感覚入力に関与している。運動の構成要素は、運動ピラミッド(図1)のように筋緊張、筋力、運動範囲、速度、正確さ、円滑さによって規定され、リハビリテーションもこれらの構成要素に応じた方法がふさわしい。

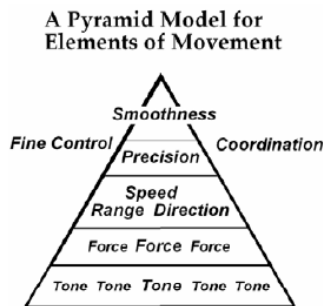


図1 運動ピラミッド

脳卒中により舌の筋力や運動性が低下した患者に対するリハビリテーション法の開発を目標に、本邦での舌運動の評価・訓練法の調査、発語や嚥下における舌運動評価法の妥当性の検討を行ってきた結果、舌運動の構成要素に関する評価は、臨床家の主観的判断(定性的評価)にとどまり、計測(定量的評価)はほとんど行われていなかった。嚥下障害については、口腔期の食塊形成・保持と送り込みのみならず、咽頭期の咽頭収縮や気道防御にも舌が関与するとの理解から、舌の他動・自動運動は訓練として広く実践されている。構音障害については、病態に応じた訓練が十分に提示されておらず、現場では反復運動と発語練習が中心となっている。舌の筋力増強訓練は、本邦では限られており、さらに実用の発話や送り込みの能力に直結するかは疑問もある。少なくとも現状では、舌のリハビリテーション法は、単純な運動(反復)に限られている。

実験的に舌運動の特徴を記録するシステ

ムには、X線透視(電気式)パラトグラム、超音波、高速度CTやMRI、内視鏡があるが、コストの問題など臨床での活用にはいろいろな制約がある。

近年、舌の筋力と運動性の計測が小型装置の開発により可能になった。米国では小型計測装置 IOPI が広く用いられ、高齢者や脳卒中患者での評価とリハビリテーション(筋力増強と耐久性向上)に利用され、筋力増強訓練の有効性も示されている。本邦でもポータブルの舌圧計測装置が開発・認可され、臨床使用が可能となった。舌の運動性についても、嚥下障害の評価・診断目的に開発された舌圧センサシートシステムが利用できる。この装置は、口蓋に貼った薄型センサシートにより5地点での舌口蓋接触が記録できる。舌圧波形は正常若年者で単峰性か二峰性をとり、正中前方部で発現する一貫したパターンが見られる。高齢者で舌圧持続時間が長く舌圧が後方周縁部で上昇、脳卒中急性期で嚥下機能が低下した患者では、舌圧波形の多峰性や非同期性と口蓋周縁部の麻痺側での舌圧低下が報告され、発語での舌運動も捉えることができる。

## 2. 研究の目的

本研究では、これまでの研究成果および先行研究から得た着想のもと、(1)発語・嚥下障害と舌機能の関係(2)局所的な運動標的への訓練効果(3)集中的機能訓練の臨床的な有効性について明らかにする。

## 3. 研究の方法

脳卒中の発症から10日以降3ヵ月以内、20歳以上で、口頭及び書面による研究参加への同意が得られた急性期患者を対象とした。

なお、対象者の選定にあたり、以下の基準を満たすことを条件とした。(1)意識障害の有無:Japan Coma Scale(JCS)1桁レベルである。

(2)認知症のスクリーニング:Mini Mental State Examination(MMSE)で24点以上である。

(3)呼吸状態:人工呼吸器や酸素吸入を要せず、自発呼吸が安定している。

舌圧測定に先立ち、口腔器官機能検査(1)として自由会話での発話明瞭度の評価、舌運動に関する口腔機能評価、音読課題「北風と太陽」、Oral diadochokinesis 検査(DDK)を実施した。

舌圧測定(2)は、以下の2種類の機器を用いて行った。

(1)JMS 舌圧測定器「orarize」

広島大学の歯科チームが開発し、医療機器として初めて認可された舌圧測定器である。舌の運動機能を最大舌圧として測定し、測定値は摂食嚥下機能や構音機能に関する口腔機能検査のスクリーニングの指標となる。本研究では、1被験者に対して最大舌圧値の測定を3試行実施し、その平均値を用いた。

(2)ニッタ社「swallow scan」

大阪大学とニッタ社との共同開発で、医療

機器としては未認可であるが、薄型センサーを口蓋へ貼付することで、5地点の舌圧を経時的に記録可能である。本研究では、口蓋押しつけ(Max)、空嚥下(Dry)、5mL液体嚥下(Liq)、5mLゼリーすりつぶし嚥下(Gel)、交互反復運動(Lat1-2, Lat4-5)を実施し、各課題で最大舌圧値、圧持続時間、異常パターンの有無について検討した。

初回評価から1カ月の集中的な機能訓練ののち、舌の筋力および運動性(1,2)の再評価を実施し、訓練前後の舌圧値を定量的に評価するとともに、発語・嚥下機能が実用面で改善したのかを確認する。

運動ピラミッドに対応した評価項目については図2で示した。

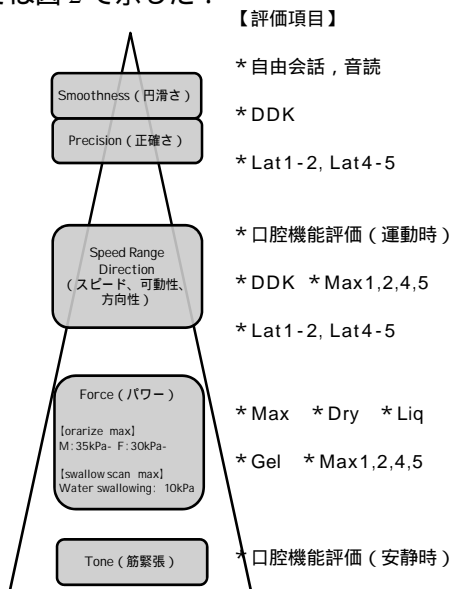


図2 運動ピラミッドに対応した評価項目

集中的な機能訓練の実施にあたっては、初回評価にて舌の筋力や運動性の機能低下を認めた症例に対し、以下の訓練プログラム(表1)に従って1カ月間実施した。

表1 訓練プログラム

評価項目	主な作動筋	集中的訓練課題の内容
自由会話 音読 DDK Lat1-2, Lat4-5	上縦舌筋 下縦舌筋 口蓋舌筋 茎突舌筋 垂直舌筋	【言語性 / 嚥下】 詩や新聞の朗読 液体の保持と送り込み (tipper swallow で口腔前方にゼリーを置いて前舌ですくう) 非麻痺側 麻痺側の順
口腔機能評価(運動時) DDK Lat1-2, Lat4-5 Max1~5	上縦舌筋 下縦舌筋 ホガイ舌筋	【言語性 / 非言語性】 運動範囲の拡大 /t,k,r,s/を含む音節・語・文の伝達(低速 高速) 1) Vowel 2) VV,CV,V CV など 3) Word 4) Sentence (2-10語)
Max Dry Liq	内舌筋 外舌筋	【言語性 / 非言語性】 舌の保持運動(自動運動) 保持時間を2~10秒と徐々に延長

Gel		していく 筋力増強(抵抗運動) 最大筋力で5秒保持×10回(1セット)とし、1日に1-4セットを週3-5回実施する
口腔機能評価(安静時)		姿勢と筋緊張のコントロール 反射を用いた随意運動の誘発 舌の構え 20秒保持×5回/日

#### 4. 研究成果

本研究の主な成果は、これまで定性的に行われていた舌の筋力と運動性の評価について、「舌圧」として定量的に評価し、経時的な測定値を得ることで、リハビリテーションの効果を客観的に判定しうる可能性を示せた点である。また、常食経口摂取している症例であっても、異常な舌圧パターンを示す例が存在することが明らかになった。

主要な検討項目であった「集中的な機能訓練の有効性」については、6例の被験者から介入前後での経時的な測定値が得られたが、うち2例は訓練期間中にリハビリテーション介入の目的が、言語療法以外(理学療法や作業療法が中心)となり、規定通りの訓練プログラムを実施できなかったため、規定通りにプログラムを実施できた4例(表2)について結果をまとめる。

表2 集中的な機能訓練を実施した例

症例	医学的診断名	年齢	性別
1	右小脳出血	69	男
2	右被殻出血	48	女
3	右被殻出血	64	男
4	両側視床梗塞	59	男

#### (1) 舌の筋力・運動性低下の有無 筋力の評価

orarizeで測定した訓練前後での最大舌圧値を示した(図3)。

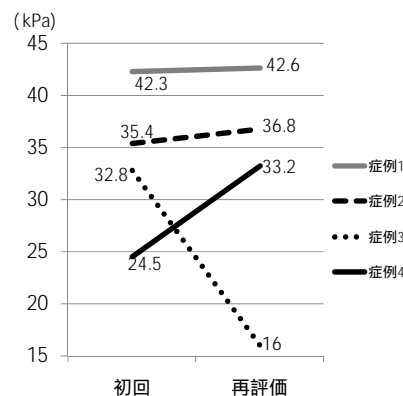


図3 訓練前後の最大舌圧値

症例1-3は、訓練前より年代別最大舌圧値の目安(60代男性:30kPa, 20-59歳女性:30kPa)を上回っており、概ねその傾向は訓練後も認めたが、症例3では訓練後に舌圧値の低下を認めた。これは、残存歯が少なく、本来上下顎前歯で挟んで固定すべきorarizeの硬質リング部を測定中に適切に保持する

ことが困難であったためと考える。一方、症例 4 では訓練後に最大舌圧値の改善を認めた。  
**運動性の評価**

【症例 1】舌の交互反復運動時(突出 - 後退, 左右移動)で運動速度の低下と下顎の不十分な分離運動を認め、自由会話や文章音読課題では子音の不規則な歪みや弱音化によるスラー様発話など主にプロソディの障害がみられた。この根底には、小脳病変という運動の調節障害が考えられる。

【症例 2】舌下神経麻痺による、挺舌時の麻痺側への舌偏位など運動障害を認めるものの、一側性のため構音への影響は少なく聴覚心理的にも音の歪みは認めない。交互反復運動時(突出 - 後退)には、舌がねじれる様子が観察され、円滑性の低下が示唆された。

【症例 3】症例 2 同様に舌下神経麻痺による挺舌時の麻痺側への舌の偏位など舌の運動障害、舌音を中心とした子音の歪みを認めた。本症例は欠損歯が多く、残存歯は上犬歯(左)、下中切歯(左右)、下側切歯(右)の計 4 本のみであった。

【症例 4】交互反復運動時(突出 - 後退, 左右移動)で運動速度の低下と特に右方向への可動域制限が認められた。全体的に動作はぎこちなく、円滑さに欠ける。訓練後には正常範囲には及ばないものの、舌の運動範囲が拡大し改善がみられた。

先行研究(Ono et al. 2004)によると、水嚥下時の舌圧基本パターンとして、発現順序は前方が最も早く、後方に向かって発生すること、各部位(前・中・後・左右)での舌圧は発生から即座にピークに達し、徐々に低下してほぼ同時に消失することが明らかになっている。急性期脳卒中例における舌圧については、舌圧自体の低下、圧持続時間の延長、波形の多峰性や非同期性、口蓋周縁部における左右差(麻痺側での舌圧低下)が報告されている(Hirota et al. 2010)。

本研究の被験者においては、図 3 で示した通り、訓練前には症例 4 を除く 3 例で明らかな舌圧自体の低下は認められなかったが、水嚥下時(5 mL)の舌圧波形(図 4-1.2.3.4)は、接触順序の異常(前方から接触しない)や peak/offset が非同期的であるなど、健常例では通常みられない舌圧波形が得られた。これらの傾向は、訓練後にも残存した。

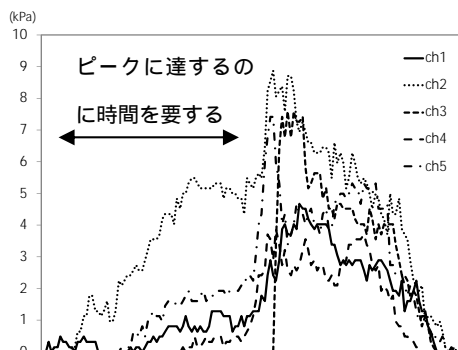


図 4-1 症例 1

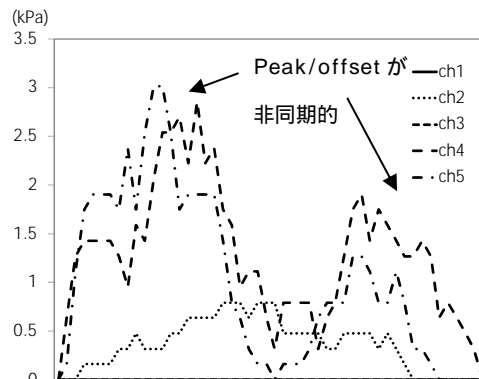


図 4-2 症例 2 (麻痺側: ch5)



図 4-3 症例 3 (麻痺側: ch5)

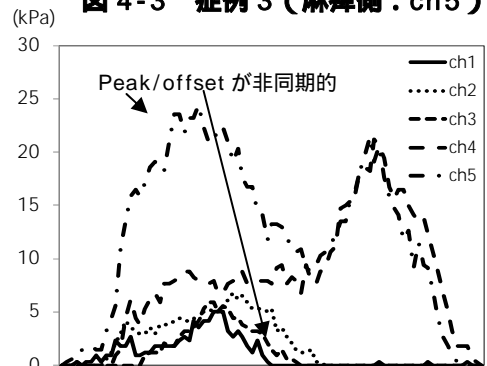


図 4-4 症例 4

## (2) 局所的な運動標的への訓練効果

症例 1 については、小脳病変に由来すると考えられるスラー様発話(プロソディー障害)が主体であったので、発話速度の調節を中心に介入した。症例 2, 3 については、筋力低下は認めず、運動ピラミッドで示したスピードや円滑性など、より巧緻な動作での運動性の向上を目指すことが介入の目的となった。具体的には、表 1 に示したように舌音 /t,k,r,s/ などを含む語をまずは低速で正確に構音させ、徐々に発話の単位を延長し(語文)、高速で構音させることを行った。症例 4 については、可動域制限および筋力低下を認めたため、舌の構えの保持、運動範囲の拡大、抵抗運動により筋力向上を目指すことが介入の目的となった。

その結果、元々筋力低下を認めなかった症例 1-3 については、明らかな訓練効果は認めなかったが、筋力低下のあった症例 4 では、訓練後に最大舌圧値の改善を認め(24.5 kPa 33.2 kPa)、舌の可動域も拡大した(図 5-1,2,3,4)。

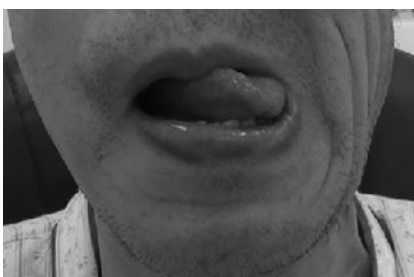


図 5-1 舌の左移動運動（訓練前）



図 5-2 舌の左移動運動（訓練後）



図 5-3 舌の右移動運動（訓練前）

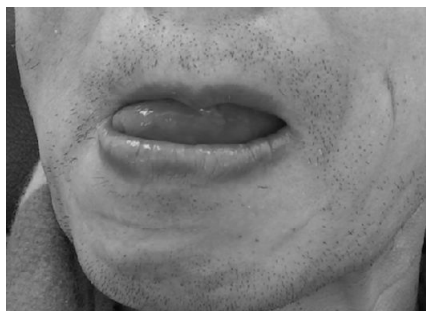


図 5-4 舌の右移動運動（訓練後）

### (3) 臨床的な有効性

集中的な機能訓練により発語，嚥下の各機能について実用面での改善がみられたのか検討した．発語については，訓練前後での発話明瞭度を改善の指標とした（表 3）．全例とも訓練前から発話明瞭度は 1（全てわかる）または 2（時々わからない言葉がある）と保たれており，訓練後も同様であった．

表 3 訓練前後における発話明瞭度

症例	訓練前	訓練後	改善
1	2	2	-
2	1	1	±
3	2	2	-
4	1	1	±

嚥下機能については，訓練前後での食形態を改善の指標とし，表 4 にまとめた．

表 4 訓練前後における摂食機能

症例	訓練前	訓練後	改善
1	全て常食	全て常食	±
2	全て常食	全て常食	±
3	米飯 軟菜	米飯 軟菜	-
4	軟飯 常菜	全て常食	+

症例 1 および 2 では，訓練前から全て常食で経口摂取しており，嚥下機能に大きな問題はなかった．症例 3 は欠損歯が多く義歯の装着（-）のため咀嚼能力の低下に配慮し軟菜が提供されていた．症例 4 は，訓練前には軟飯（米飯と全粥のハーフ）が提供されていたが，訓練後には常食経口摂取が可能となった．集中的訓練の介入後に舌の運動性向上に伴い，食形態のレベルアップという実用面での改善がみられた．一方で，常食経口摂取している例であっても，嚥下時舌圧には異常がみられることも明らかになった．

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

荻安誠，柳田早織，小野高裕．音声と舌圧の解析による舌運動病理の探求：脳卒中後の dysarthria 患者での観察．第 50 回日本リハビリテーション医学会学術集会，2013 年 6 月 13 日，東京国際フォーラム（東京）

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

柳田 早織（YANAGIDA, Saori）

北海道医療大学・心理科学部・助教

研究者番号：20548581

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

小野 高裕（ONO, Takahiro）

大阪大学大学院・歯学研究科・准教授

荻安 誠（KARIYASU, Makoto）

京都学園大学・研究開発センター・教授